

---

---

## PARÂMETROS DE CONTROLE DE QUALIDADE DE *Temnadenia stellaris* (Lindl.) Miers (APOCYNACEAE): UMIDADE, CINZAS TOTAIS E INVESTIGAÇÃO FITOQUÍMICA

### QUALITY CONTROL PARAMETERS OF *Temnadenia stellaris* (Lindl.) Miers (APOCYNACEAE): LOSS ON DRYING, TOTAL ASH AND PHYTOCHEMICAL SURVEY

OLIVEIRA, M<sup>1</sup>.; SILVA, C.B<sup>1</sup>.; MERINO, F.J.Z.<sup>2</sup>.; MIGUEL, O.G<sup>2</sup>.; MIGUEL, M.D<sup>1</sup>.;

1- Laboratório de Farmacotécnica, Departamento de Farmácia, Universidade Federal do do Paraná.

2- Laboratório de Fitoquímica, Departamento de Farmácia, Universidade Federal do Paraná.

E-mail: maislian@gmail.com

#### RESUMO:

As plantas são utilizadas por muitos povos como recurso à terapia de doenças, dessa forma, tem se intensificado as pesquisas por substâncias providas de plantas e compostos naturais que possam ser utilizadas como fármacos. Os valores de umidade, cinzas totais e os resultados da investigação fitoquímica são essenciais para o controle de qualidade e para a caracterização das espécies vegetais. *Temnadenia stellaris*, planta relatada de forma endêmica no Brasil, é uma liana pertencente à família Apocynaceae, as plantas desta família são descritas como potenciais fontes de substâncias bioativas devido à importância dada aos metabólitos secundários já encontrados. Tendo em vista os poucos estudos envolvendo a espécie, foram realizados testes para determinar os parâmetros fitoquímicos da planta. O caule de *Temnadenia stellaris* apresentou umidade de 7,7%, enquanto que as folhas tiveram 11,88% de umidade segundo o ensaio realizado. O caule de *Temnadenia stellaris* apresentou teor de cinzas de 8,45%, enquanto que as folhas tiveram 9,98% segundo o ensaio realizado. As análises fitoquímicas revelaram a presença de alcaloides, iridoides, flavonoides, esteroides, aminogrupos, ácidos fixos e ácidos voláteis nos diferentes extratos; enquanto cumarinas e taninos não foram detectados.

**Palavras-chave:** *Temnadenia stellaris*. Controle de qualidade. Umidade. Cinzas Totais. Investigação fitoquímica.

#### ABSTRACT:

Plants are used by many people as an alternative for diseases treatments, in this way intensifying the research for substances comes from plants and natural compounds that might be used for drugs development. The values of loss on drying, total ash, total ash and phytochemical survey are essential for quality control and for the characterization of plant species. *Temnadenia Stellaris*, reported as an endemic plant in Brazil, is a vine belonging to the Apocynaceae family. Plants of this family are described as potential sources of bioactive substances due to the importance given to the secondary metabolites already found. Considering the few studies involving this species, were carried out tests to determine the parameters of the plant phytochemicals. *Temnadenia Stellaris* stem presented 7.7% of loss on drying, while the leaves were 11.88% according to the test performed. The stem of *Temnadenia stellaris* presented ash content of 8.45%, whereas the leaves had 9.98% The phytochemical analysis revealed the presence of alkaloids, iridoids, flavonoids, steroids, amino groups, attached acids

---

in the different extracts; as coumarins and tannins were detected.

**Keywords:** *Temnadenia stellaris*. Quality control. Loss on drying. Total ash. Phytochemical survey.

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo de plantas medicinais é importante para contribuir para a saúde humana tanto nos aspectos culturais quanto nos medicinais. A fitoterapia enquanto medicina tradicional vem sendo amplamente utilizada para amenizar ou promover a cura de patologias (MACIEL et. al., 2002).

O valor medicinal das plantas reside em alguns produtos químicos que ocasionam em uma ação fisiológica sobre o organismo humano. Um grande número de espécies de plantas produzem esses produtos químicos, são os chamados metabólitos secundários como alcaloides, flavonoides, fenóis, polissacarídeos, terpenos, cumarinas (MALAIRAJAN et. al., 2006).

Dessa forma, as plantas são reservatórios potenciais de fármacos, a partir da identificação estrutural das substâncias ativas é possível à síntese total em laboratório destes compostos químicos ou a utilização dessas substâncias como material de partida para a produção de medicamentos, cosméticos e alimentos (HEEMANN, 2002).

O controle de qualidade desses compostos vegetais é extremamente importante para comprovar a qualidade do produto. Testes são realizados de acordo com normas descritas na literatura, que comprovam que o produto está de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos. Todo vegetal que serve de partida para produção de drogas deve apresentar laudo de análise contendo, entre outros dados, os valores obtidos para os testes de umidade e/ou perda por dessecação e de cinzas totais e/ou cinzas insolúveis em ácido clorídrico. Além disso, o perfil cromatográfico ou o ensaio sistemático, entre outros itens, também deve estar presente no laudo (ANVISA, 2010).

Plantas da família Apocynaceae estão amplamente distribuídas por todos os continentes, a maioria das espécies ocorrem em regiões tropicais (RAPINI, 2012). Essas plantas são conhecidas devido à profusão de seus metabólitos secundários, sendo uma grande fonte de compostos bioativos (RAPINI, 2010). Dentre as plantas pertencentes a essa família destaca-se a *Temnadenia stellaris* (Lindl.) Miers, encontrada de forma endêmica no Brasil. Não foi relatado na literatura nenhum estudo ou dado previamente descrito sobre o perfil fitoquímico ou controle de qualidade dessa planta, o que justifica a pesquisa mais detalhada, uma vez que a planta é uma potencial produtora de componentes de interesse farmacológico.

## 2. MATERIAL VEGETAL

O material vegetal foi coletado no capão do CIFLOMA pertencente à Universidade Federal do Paraná, campus Jardim Botânico. A determinação botânica foi realizada no herbário do Museu Botânico Municipal da cidade de Curitiba, Estado do Paraná pelo botânico curador do acervo, Osmar dos Santos Ribas. A amostra foi comparada com exsiccatas da espécie já tombadas pelo museu.

### 2.1 UMIDADE

Cinco gramas da planta pulverizada foram acondicionadas em uma placa de petri previamente dessecada e levadas à estufa a 105° C por um prazo de 5 horas, até peso constante. O cálculo utilizado para a determinação do valor da umidade foi (Farmacopéia Brasileira 5 ed., 2010):

$$\% = \frac{[(\text{peso amostra} + \text{peso placa de petri}) - (\text{peso amostra dessecada} + \text{peso placa de petri}) \times 100]}{\text{peso da amostra}}$$

### 2.2 CINZAS TOTAIS

A matéria prima vegetal foi acondicionada em cadinho previamente dessecado em muflaa a 450°C por 30 minutos. A amostra foi incinerada, aumentando, gradativamente, a temperatura até, no máximo, 600 ± 25°C, até que todo o carvão tenha sido eliminado. A amostra foi resfriada em um dessecador e pesada. O cálculo da porcentagem de cinzas totais foi calculado em relação à droga seca ao ar (Farmacopéia Brasileira 5 ed., 2010).

### 2.3 INVESTIGAÇÃO FITOQUÍMICA

A prospecção fitoquímica tem como objetivo a identificação dos principais grupos do metabolismo secundário das espécies vegetais, através da identificação por reações de precipitação ou coloração. A técnica utilizada foi descrita por MOREIRA (1979). As análises foram realizadas a partir das extrações hidroalcoólica e aquosa, ambas a 20% p/v, produzidas pelo método de maceração. A partir desses extratos foi determinada a presença dos seguintes grupos químicos:

- Extrato hidroalcoólico: glicosídeos flavônicos, alcalóides, esteróides e/ou triterpenos, glicosídeos cumarínicos e glicosídeos antraquinônicos.
- Extrato aquoso: glicosídeos antociânicos, saponinas, glicosídeos cianogenéticos taninos condensados e hidrolisáveis, aminogrupos.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 UMIDADE

Na tabela a seguir se encontram os valores de umidade obtidos para casca e folha de *Temnadenia stellaris*.

**TABELA 1 – RESULTADOS DA DETERMINAÇÃO DE UMIDADE**

|       | PLACA   | AMOSTRA | PLACA + AMOSTRA | APÓS ESTUFA | AMOSTRA SEM UMIDADE | UMIDADE (%) | MÉDIA UMIDADE (%) |
|-------|---------|---------|-----------------|-------------|---------------------|-------------|-------------------|
| CAULE | 43,6644 | 1,000   | 44,6664         | 43,7418     | 0,0778              | 7,78        |                   |
| CAULE | 61,3167 | 1,000   | 62,3167         | 61,3931     | 0,0764              | 7,64        | 7,7               |
| CAULE | 33,6532 | 1,003   | 34,6562         | 33,7303     | 0,0768              | 7,68        |                   |
| FOLHA | 33,3887 | 1,006   | 34,3947         | 33,5073     | 0,1186              | 11,86       |                   |
| FOLHA | 60,2856 | 1,003   | 61,2886         | 60,4045     | 0,1189              | 11,89       | 11,88             |
| FOLHA | 58,2748 | 1,004   | 59,2788         | 58,4039     | 0,1291              | 12,91       |                   |

FONTE: O autor (2014)

#### 3.2 CINZAS TOTAIS

Na tabela abaixo se encontram os valores de cinzas totais obtidos para casca e folha de *Temnadenia stellaris*

**TABELA 2 – CINZAS TOTAIS (%) DO MATERIAL COLETADO**

|       | PLACA  | AMOSTRA | PLACA + AMOSTRA | PLACA CINZAS | PESO CINZAS | % CINZAS | MÉDIA % CINZAS |
|-------|--------|---------|-----------------|--------------|-------------|----------|----------------|
| CAULE | 27,227 | 1,005   | 28,232          | 27,324       | 0,097       | 9,65     |                |
| CAULE | 15,702 | 1,003   | 16,705          | 15,784       | 0,082       | 8,17     | 8,45           |
| CAULE | 11,153 | 1,007   | 12,160          | 11,229       | 0,076       | 7,54     |                |
| FOLHA | 38,116 | 1,000   | 39,116          | 38,211       | 0,098       | 9,80     |                |
| FOLHA | 10,147 | 1,001   | 11,148          | 10,250       | 0,103       | 10,28    | 9,98           |
| FOLHA | 17,533 | 1,004   | 18,537          | 17,632       | 0,099       | 9,86     |                |

FONTE: O autor (2014)

### 3.3 ENSAIO SISTEMÁTICO FITOQUÍMICO

Os ensaios com as frações dos extratos hidroalcoólicos de foram realizados, e os resultados obtidos encontram-se dispostos na tabela 3.

Nos testes para triagem de alcaloides, os extratos se mostraram positivos para a fração hexano e para a fração diclorometano do caule e das folhas.

Os alcaloides são compostos de caráter básico e sua solubilidade nos diferentes solventes varia em função do pH, na forma básica em solvente orgânico e na forma de sal em solventes aquosos.

As técnicas de reconhecimento são baseadas na capacidade que tem os alcaloides no estado de sal (extratos ácidos), de combinar-se com o iodo e metais pesados como bismuto, mercúrio, tungstênio e formar precipitados. Na prática utilizam-se os reativos gerais para detectar alcaloides: mercúrio tetraiodeto de potássio (reativo de Mayer), tetraiodeto bismuto de potássio (reativo de Dragendorff) e ácido sílico túngtico (reativo de Bretand) (MIGUEL, 2003). Os extratos hidroalcoólicos foram positivos para esses três testes.

O teste para heterosídeo flavônico apresentou-se positivo para as frações acetato de etila e fração hidroalcoólica das folhas, embora, no ensaio de Pacheco tenha demonstrado atividade moderada para essas substâncias nas frações diclorometano, acetato de etila e hidroalcoólica do caule e na fração hidroalcoólica das folhas de *Temnadenia stellaris*.

O ensaio para substâncias iridoidais foi positivo para a fração hexano do extrato do caule e das folhas. O teste de florogucinol indicou também a presença de iridóides na fração diclorometano das folhas, entretanto essa fração já apresentava coloração esverdeada, desse modo, os resultados foram confirmados pelas reações com ácido sulfúrico e vanilina que evidenciaram a presença de tais substâncias somente nas frações hexano do caule e folhas de *Temnadenia stellaris*.

A pesquisa para esteróides e triterpenos indicou reação positiva para todas as frações de ambos os extratos. As frações hexano e diclorometano de ambos os extratos apresentaram coloração avermelhada indicando a presença da função carbonila na posição 3 e duplo enlace em 5 e 6. Já as frações acetato de etila e hidroalcoólica de ambos os extratos apresentaram coloração amarelada, indicando a presença de metila em C<sup>14</sup>. A reação de Keller Kelliani foi indicativa de triterpenos nas frações hexano, diclorometano e acetato de etila do extrato das folhas. A fração hexano das cascas apresentou coloração vermelha, indicando a presença de esteróides com carbonila.

**TABELA 3 – RESULTADO DO ESTUDO FITOQUÍMICO DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO 20%**

| Extrato Etanólico                    | Frações |       |       |       |        |      |       |       |
|--------------------------------------|---------|-------|-------|-------|--------|------|-------|-------|
|                                      | Caule   |       |       |       | Folhas |      |       |       |
| Metabólito/ Teste                    | FHex    | FD    | FAE   | FHA   | FHex   | FD   | FAE   | FHA   |
| Alcaloide (Dragendorff)              | (+)     | (++)  | (-)   | (+)   | (++)   | (++) | (-)   | (++)  |
| Alcaloide (Bertrand)                 | (+)     | (++)  | (-)   | (+)   | (++)   | (++) | (-)   | (++)  |
| Alcaloide (Mayer)                    | (+-)    | (++)  | (-)   | (+)   | (++)   | (++) | (-)   | (++)  |
| Leucoantocianidina                   | (-)     | (-)   | (+/-) | (-)   | (-)    | (-)  | (+/-) | (-)   |
| Cumarina                             | (-)     | (-)   | (-)   | (-)   | (-)    | (-)  | (-)   | (-)   |
| Heterosídeo Flavônico                | (-)     | (-)   | (-)   | (-)   | (-)    | (-)  | (+)   | (+)   |
| Heterosídeo Flavônico<br>(Pacheco)   | (-)     | (+/-) | (+/-) | (+/-) | (-)    | (-)  | (-)   | (+/-) |
| Heterosídeo Flavônico<br>(Zn em HCl) | (-)     | (-)   | (-)   | (-)   | (-)    | (-)  | (-)   | (-)   |
| Iridóides (Floroglucinol)            | (+)     | (-)   | (-)   | (-)   | (+)    | (+)  | (-)   | (-)   |
| Iridóides (Ácido Sulfúrico)          | (+)     | (-)   | (-)   | (-)   | (+)    | (-)  | (-)   | (-)   |
| Iridóides (Vanilina)                 | (+)     | (-)   | (-)   | (-)   | (+)    | (-)  | (-)   | (-)   |
| Heterosídeo<br>Antraquinônico        | (-)     | (-)   | (-)   | (-)   | (-)    | (-)  | (-)   | (-)   |
| Esteroides/Triterpenos               | (+)     | (+)   | (-)   | (+)   | (+)    | (+)  | (+)   | (+)   |

NOTA: **(FHex)** Fração Hexano, **(FD)** Fração Diclorometano, **(FAE)** Fração Acetato de Etila, **(FHA)** Fração Hidroalcoólica  
 FONTE: O autor (2014)

Os ensaios com as frações dos extratos aquosos foram realizados, e os

resultados obtidos encontram-se dispostos na tabela 4.

**TABELA 4 – RESULTADO DO ESTUDO FITOQUÍMICO DO EXTRATO AQUOSO 20%**

| Metabólito                  | Frações |        |
|-----------------------------|---------|--------|
|                             | Caule   | Folhas |
| Heterosídeos Antocianicos   | (-)     | (-)    |
| Heterosídeos Saponínicos    | (-)     | (-)    |
| Heterosídeos Cianogenéticos | (-)     | (-)    |
| Taninos (Cloreto Férrico)   | (-)     | (-)    |
| Taninos (Gelatina)          | (-)     | (-)    |
| Taninos (Sulfato Amoniacal) | (-)     | (-)    |
| Aminogrupos                 | (+)     | (+)    |
| Ácidos Fixos                | (+)     | (+)    |
| Ácidos Voláteis             | (+)     | (+)    |

FONTE: O autor (2014)

Os resultados do extrato aquoso demonstraram que a presença de Taninos foi negativa para os três testes, esses compostos geralmente estão presentes nas cascas, e podem ser analisados considerando a equivalência entre casca e córtex no caule do vegetal, em casos de baixa concentração de taninos, o teste, que se baseia em precipitação, não teria sensibilidade suficiente para indicar o composto; o que também justificaria esse resultado negativo é o complexo insolúvel formado entre eles e os alcaloides o que inibiria a sua ligação com a gelatina e outras proteínas, bem como com o cloreto férrico e o sulfato de amônia (SANTOS e MELLO, 2007).

#### 4. DISCUSSÃO

O teor de umidade pode ser utilizado como padrão para o controle de qualidade de matérias primas vegetal, o que possibilita segurança para análises posteriores, na preparação de extratos, rendimento e identificação dos constituintes. Os métodos de secagem em estufa determinam não somente a perda de água, como também dos demais constituintes volatilizados com a água (ISENGARD; FÄRBER, 1999; BORGES, 2005). Os valores obtidos para o teste de teor de umidade foram de 11,88% para as folhas e 7,71% para o caule, esses parâmetros encontram-se em conformidade com os valores apontados pela Farmacopeia Brasileira.



O teor de cinzas totais quantifica os compostos inorgânicos em um vegetal e é um importante parâmetro de controle de qualidade, tendo como finalidade detectar possíveis adulterações de matéria prima. Os resultados obtidos para este teste, 8,45% para o caule e 9,98% para as folhas, indicam que a quantidade de constituintes orgânicos presentes nas amostras foram superiores ao usual quando comparadas a monografias presentes na farmacopeia brasileira, encontrados valores de aproximadamente 3 a 5 %. Isto sugere a presença de minerais, como oxalato de cálcio na estrutura da planta. Este método inclui as cinzas fisiológicas e as cinzas não fisiológicas, ou seja, a deposição de materiais oriundos do meio externo (OCAMPOS, MIGUEL, OLIVEIRA, 2013).

A Investigação fitoquímica está de acordo com estudos que apontam para a presença de alcaloides como marcadores químicos para a família Apocynaceae (RIZZINI e MORS 1976; MOURA e AGRA, 1989; SENNBAD et al, 1998; PEREIRA et al, 2007).

Leucoantocianidinas, heterosídeos flavônicos e antocianicos são compostos polifenólicos biossintetizados a partir da via dos fenilpropanóides e do acetato, os mesmos precursores de substâncias como aminoácidos alifáticos, que são precursores de alcaloides, ácidos graxos, e terpenoides, também encontrados no *screening* fitoquímico (DORNAS, et al 2008 *apud* MANN, 1987).

O resultado negativo do teste para antraquinonas, está de acordo com o descrito na literatura, considerando a presença de alcaloides na planta, isso porque as quinonas sintetizadas em plantas superiores apresentam os mesmos precursores que são destinados a rotas metabólicas distintas.

O ácido chiquímico que dá origem aos alcaloides pelas vias do triptofano e da fenilalanina/tirosina e o acetyl-CoA, que dá origem aos alcaloides originários da ornitina e da lisina através do ciclo do ácido cítrico são os mesmos precursores das antraquinonas, o direcionamento metabólico para a síntese de um determinado grupo de compostos faz com que ambos os grupos não coexistam em um mesmo vegetal (SANTOS, 2004).

Além de alcaloides, foram detectadas também a presença de iridóides, classes de metabólitos secundários também interessantes do ponto de vista farmacológico e que indicam outras possibilidades promissoras para a pesquisa fitoquímica e de atividades biológicas desta espécie vegetal.

## 5. CONCLUSÃO

O presente estudo contribuiu para a definição dos parâmetros de qualidade de *Temnadenia stellaris*. Foram determinados os teores de umidade e de cinzas totais, bem como foi realizada a investigação fitoquímica. Todos estes testes são preconizados pela ANVISA na RDC nº 14/2010.



## 6. REFERÊNCIAS

BORGES, D.B.; FARIAS, M.R.; SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P. Comparação das metodologias da Farmacopéia Brasileira para determinação de água em matérias-primas vegetais, e validação da determinação de água em analisador de umidade para *Calendula officinalis* L., *Foeniculum vulgare* Miller, *Maytenus ilicifolia* Mart. ex. Reissek e *Passiflora alata* Curtis. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. v.15, n.3, p. 229-236, 2005.

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Farmacopéia Brasileira. 5 ed. v. 1. Brasília: Anvisa, 2010.

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada n. 14, de 31 de março de 2010. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 mar. 2010.

DORNAS, W.C.; OLIVEIRA, T.T.; RODRIGUES-DAS-DORES, R.G.; SANTOS, A.F.; NAGEN, T.J. Flavonóides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. **Revista de Ciência Farmacêutica Básica Aplicada**. v.28, n.3, p. 241-249, 2007.

HEEMANN, A. C. W. ; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. ; SASAKI, C. M. ; MONACHE, F. D.; Estudo fitoquímico da espécie *Pterocaulon interruptum*. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, p. 585-588, 2006.

ISENGARD, H.D.; FÄRBER, J.M.; Hidden parameters of infrared drying for determining low water contents in instant powders. **Talanta**, v.50, p. 239-246, 1999

MACIEL, M.A.M.; PINTO, A.C.; VEIGA JUNIOR, V.F.; GRYNBERG N.F.; ESCHEVARRIA, A.; PLANTAS MEDICINAIS: A NECESSIDADE DE ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES. **Química. Nova**, v. 25, p. 429-438, 2002

MALAIRAJAN, P.; GOPALAKRISHNAN, G.; NARASIMHAN, S.; VENI, J.K.; Analgesic activity of some Indian medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 106, p. 425-428, 2006.

MANN, J. **Secondary metabolism**. p.374, Oxford, Claredon press. 1987

MIGUEL, O. G. Ensaio Sistemático de Análise Fitoquímica. Apostila da disciplina de Fitoquímica do curso de farmácia da UFPR, Curitiba, 2003.

---

MOREIRA, E. A. Marcha sistemática de análise em fitoquímica. *Tribuna Farmacêutica*, v.47, n.1, p.1-19, 1979.

MOURA, M. D. B. M.; AGRA, M. F. Apocynaceae tóxicas e medicinais ocorrentes nos estados de Pernambuco e Paraíba, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.3, n.2, p.273-279, 1989.

OCAMPOS, F. M. M.; MIGUEL, O. G.; OLIVEIRA, D. M. S.; Parâmetros de controle de qualidade de *Sapium glandulosum* (L.) Morong (EUPHORBIACEAE): Umidade, Cinzas Totais e Prospecção Fitoquímica. **Visão Acadêmica**, v.14, n.2, p.5-13, 2013

PEREIRA, M.M.; JÁCOME, R.L.R.P.; ALCÂNTARA, A.F.C. ALVES, R.B.; RASLAN, D.S.; Alcaloides indólicos isolados de espécies do gênero *Apidosperma* (Apocynaceae). **Quim. Nova**, v. 30, n.4, p. 970-983, 2007.

RAPINI, A; Revisitando as Asclepiadoideae (Apocynaceae) da cadeia do Espinhaço. In: Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo, p.97-123, São Paulo, 2010.

RAPINI, A.; Taxonomy “under construction”: advances in the systematics of Apocynaceae, with emphasis on the Brazilian Asclepiadoideae. **Rodriguésia**, v.63, p.75-88, 2012.

RIZZINI, C.T. & MORS, W.B. **Botânica econômica brasileira**. EPU & USP, São Paulo, 1976.

SANTOS, R.I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHERENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Florianópolis: UFSC, 2004.

SANTOS, S.C.; MELLO, J.C.P. Taninos. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHERENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6 ed. Florianópolis: UFSC, 2007.

SENNBLAD, B.; ENDRESS, M.E.; BREMER, B. Morphology and molecular data in phylogenetic fraternity: the tribe *Wrightieae* (Apocynaceae) revisited. **American Journal of Botany**, v.85, p.1143-1158, 1998

## TRATAMENTO DE SEMENTES DE LINHAÇA DOURADA COM MICRONUTRIENTES

## SEED TREATMENT OF FLAXSEED WITH MICRONUTRIENTS

Silvana OHSE<sup>1</sup>, Rejane Pereira LOURENÇO<sup>2</sup>, Bráulio Luciano Alves REZENDE<sup>3</sup>,  
Ricardo ANTUNES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professora de Fisiologia Vegetal do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Curso de Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR. E-mail:sohse@uepg.br.

<sup>2</sup>Acadêmicos do Curso de Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR.

<sup>3</sup> Professor e Coordenador da área de Ciências Biológicas e da Saúde. Departamento de Química – IFES/Campus de Vila Velha/ES.

### RESUMO:

A cultura do linho apresenta grande importância econômica, social e agrícola, devido ao seu potencial de produção de óleo e fibras para indústria têxtil, além dos usos na indústria farmacêutica e na nutrição humana e animal. No Brasil, a cultura do linho apresenta baixa produtividade, sendo pouco cultivada. A região dos Campos Gerais apresenta adaptação climática para a cultura, porém seus solos são pobres em micronutrientes por serem, em grande parte derivados de arenito. Por essa razão, desenvolveu-se um experimento com o objetivo de avaliar o efeito do tratamento de sementes com micronutrientes sobre a germinação e o vigor de sementes de linhaça dourada. O experimento foi conduzido no Laboratório de sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR. O experimento constou de 11 tratamentos: testemunha, zinco, boro, cobre e as combinações Zn+B, Zn+Cu, B+Cu e Zn+B+Cu, Biopower, Always e Booster, desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições. O tratamento de sementes com zinco, boro, cobre e suas combinações, além dos produtos comerciais Always e Booster contendo mistura de micronutrientes não prejudicaram a germinação de sementes de linho. O produto comercial Biopower aumentou a germinação de sementes de linho. Os tratamentos de sementes com zinco, boro, cobre e suas combinações, além dos produtos comerciais Biopower, Always e Booster reduziram o vigor de sementes de linhaça.

**Palavras-Chave:** *Linum usitatissimum* L., zinco, boro e cobre.

### ABSTRACT:

The flax cultivation has a great economic, social and agricultural importance due to their potential for production of oil and fiber for the textile industry, in addition to uses in the pharmaceutical industry and in human and animal nutrition. In Brazil, the culture of flax has low productivity and is rarely cultivated. The Campos Gerais region presents climate adaptation for culture, however their soils are poor in micronutrients because they are largely derived from sandstone. For this reason, this experiment was developed to evaluate the effect of seed treatment with micronutrients on germination and seed vigor of gilded flaxseed. The experiment was conducted in the Laboratory in the Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Universidade Estadual de Ponta

Grossa, Ponta Grossa/PR. The experiment consisted of 11 treatments: control, zinc, boron, copper and combinations B+Zn, Cu+Zn, Cu+B, Zn+B+Cu, Biopower, Always and Booster, developed in a completely randomized design with four replications. Seed treatment with zinc, boron, copper and combinations thereof, beyond the commercial products Always and Booster containing micronutrient mixture have not detracted from flax germination. The Biopower commercial product has increased germination of flax. Treatments of seeds with zinc, boron, copper and combinations thereof, in addition to commercial products Biopower, Always, and Booster reduced the vigor of flaxseed.

**Keywords:** *Linum usitatissimum* L., zinc, boron and copper.

## 1. INTRODUÇÃO

O linho também chamado de linhaça pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Malpighiales, família Linaceae, gênero *Linum*, espécie *L. usitatissimum*, nome binominal *Linum usitatissimum* L.. A planta do linho é herbácea, anual, crescendo no inverno e na primavera. A estatura varia de 0,30 a 1 m. O sistema radicular é constituído de uma raiz principal que pode chegar a mais de 1 m de profundidade e ramificações laterais que podem atingir 0,30 m. Apresentam um caule principal distinto, do qual podem derivar logo abaixo da superfície do solo, duas ou mais ramificações se a densidade de plantas for baixa e se a disponibilidade de nitrogênio no solo for elevada (TRUCOM, 2006).

Os relatos mais antigos da semente do linho são datados de 5.000 anos a.C, na Mesopotâmia, embora ela seja originária da Ásia, seus benefícios foram difundidos pelo mundo todo e seu consumo é muito comum na América do Norte e em países europeus (OOMAH, 2001).

Na última década o consumo da linhaça vem aumentando e despertando interesse de muitos pesquisadores. Interesse este, relacionado aos benefícios que a cultura oferece, tais como: interesse econômico, social e agrícola, visando à obtenção de óleo, produção de fibras têxtil, utilização na indústria farmacêutica; da semente na nutrição humana, por ser um complemento alimentar saudável, devido ao teor de lipídios (contendo, ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados), fibra dietética e substâncias como as ligninas, proteínas e compostos fenólicos; além de sua utilização na composição de rações (FLOSS, 1983; TRUCOM, 2006; TOMM *et al.*, 2006; MACIEL *et al.*, 2008).

A produção mundial de linhaça está estimada em 2.729,1 mil toneladas para a safra 2014, onde o Canadá ocupa o primeiro lugar, com 489,0 mil toneladas e o Brasil encontra-se em décimo segundo, com 14 mil toneladas e produtividade de 1.506,0 kg ha<sup>-1</sup> (FAO, 2014). Apesar de a cultura ter sido introduzida no Brasil no início do século XVII, inicialmente no estado de Santa Catarina, difundindo-se posteriormente para os estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, sua produtividade ainda é muito baixa.

Nesse contexto, o agricultor, para ser competitivo no mercado, necessita aumentar o rendimento das culturas e, ao mesmo tempo, reduzir seus custos. Para isso,

algumas práticas se fazem necessárias e o uso de micronutrientes tem se apresentado como importante alternativa. Altos rendimentos só podem ser obtidos com plantas bem nutridas e a deficiência de qualquer nutriente pode limitá-lo, ou até mesmo prejudicar a qualidade do produto final. Neste sentido, os micronutrientes, embora requerido em pequena quantidade, desempenham importantes funções na planta.

O zinco (Zn) é essencial à planta por ser necessário para a síntese do aminoácido triptofano, precursor do ácido indolacético (AIA), principal auxina produzida pelas plantas. A auxina, por sua vez, é um fitormônio, responsável pelo alongamento e divisão celular, formação de raízes adventícias e laterais, tropismos, dominância apical, entre outras funções. O boro (B) está envolvido com o alongamento celular, metabolismo dos ácidos nucleicos, crescimento do tubo polínico, complexa-se com constituintes da parede celular, porém não faz parte de nenhum composto orgânico ou estrutural. O cobre (Cu) participa na composição de várias enzimas (fenolase, lacase, citocromo oxidase, uricase, ácido ascórbico oxidase etc.), porém sua principal função é sua participação na fase fotoquímica da fotossíntese, por fazer parte da plastocianina, proteína móvel na membrana do tilacóide. O ferro (Ferro) é constituinte de fitocromos e ferro-proteínas envolvidos na fotossíntese e respiração. O molibdênio (Mo) é constituinte da nitrato redutase e xantina desidrogenase, participando do metabolismo do nitrogênio e da síntese de pigmentos xantofilas e o manganês (Mn) é requerido para a atividade de várias enzimas e participa da evolução de  $O_2$  na fotossíntese (KIRKBY *et al.*, 2007;TAIZ; ZEIGER, 2013).

Sabendo-se da importância dos micronutrientes para o desenvolvimento das plantas, principalmente em solos naturalmente pobres, principalmente em Zn, B e Cu, como os dos Campos Gerais – PR, os quais são derivados de arenito, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento de sementes com Zn, B, Cu e suas misturas, bem como de alguns produtos comerciais sobre a germinação e o vigor de sementes de linho, devido à carência de estudos nesse sentido, tendo em vista que a cultura constitui-se em excelente alternativa de cultivo de inverno para a região.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade da Universidade Estadual de Ponta Grossa – Ponta Grossa, Paraná, durante o período de 10 de agosto de 2010 a 20 julho de 2011. Para a realização do experimento utilizou-se a cultivar de linho dourada. As sementes não haviam sido submetidas a nenhum tipo de tratamento antes da implantação do experimento.

As sementes de linho de cor dourada apresentaram massa de 1000 sementes de 5,14 g e germinação de 68%, anteriormente ao início dos testes. O experimento constou de 11 tratamentos: testemunha, zinco ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  na dose  $0,8 \text{ g kg}^{-1}$  de sementes), boro ( $H_3BO_3$  na dose  $0,065 \text{ g kg}^{-1}$  de sementes), cobre ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  na dose

1 g kg<sup>-1</sup> de sementes) e as combinações Zn+B, Zn+Cu, B+Cu e Zn+B+Cu (nas mesmas doses dos tratamentos individuais), Biopower (1% de Mn; 0,25% de Fe; 2% de Zn; 8% de C; 0,8% de Cu; 1% de B; 1,3% de N), Always (12% de N; 3% de K<sub>2</sub>O; 0,15% de Cu; 0,1% de Fe; 0,1% de Mn; 3,5% de Zn) e Booster (20% de Zn; 3,0% de Mo), todos os produtos nas concentrações de 4 mL Kg<sup>-1</sup> de sementes. O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições.

As sementes foram acondicionadas em sacos plásticos e tratadas com os micronutrientes, utilizando-se a quantidade de 50 g de sementes por tratamento. Os produtos foram dissolvidos em 5 mL de água deionizada, colocados sobre as sementes, agitados manualmente até completa homogeneização, deixando-se os sacos abertos para arejamento e secagem à sombra, pelo período de 24 horas. A testemunha passou pelo mesmo processo, porém foi umedecida somente com 5 mL de água destilada.

O teste padrão de germinação foi instalado obedecendo às Regras de Análise de Sementes (RAS) para temperatura e avaliação de plântulas (BRASIL, 2009). O teste foi realizado em substrato rolo papel toalha, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, à temperatura de 25°C. A avaliação foi realizada contando-se as plântulas normais e plântulas anormais + sementes mortas, sendo os dados convertidos em percentagem.

O teste de vigor que avalia o crescimento das plântulas (comprimento e fitomassa seca), foi instalado em substrato de papel toalha, de acordo com a metodologia descrita por Krzyzanowski *et al.* (1991). Para cada tratamento, utilizaram-se quatro repetições de 20 sementes, as quais foram alinhadas 2 cm abaixo da borda superior do papel toalha. As repetições foram agrupadas com atilhos de borracha, sendo envolvidas em plástico preto, a fim de manter constante a umidade dos rolos e evitar o efeito da luz sobre as primeiras plântulas emergidas. Em seguida, foram colocadas no germinador, regulado para temperatura constante de 25°C.

Quando da avaliação do teste de vigor, considerou-se somente plântulas normais, das quais se mensurou o comprimento da parte aérea, da raiz primária e da plântula inteira. Em seguida, essas partes, sem os restos das sementes, foram pesadas, determinando-se sua fitomassa fresca, sendo posteriormente acondicionadas em sacos de papel e, então colocadas na estufa à temperatura de 65°C, até atingir fitomassa seca constante.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente através da aplicação da análise da variância pelo teste de F e, quando de significância, submetidas ao teste de separação de médias de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa ESTAT. Os dados de percentagem foram transformados em  $y^2=(x+0,5)$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância só não revelou significância para a variável massa seca de raiz (MSR). A porcentagem de germinação média da testemunha foi de 75,5%, valor



este superior ao obtido anteriormente à instalação do teste (68%). A semente de linho pode apresentar dormência e o processo de estratificação, ou seja, submissão a baixas temperaturas pode quebrá-la. Fato este que pode ter ocorrido, uma vez que, as sementes foram armazenadas em câmara fria posteriormente a análise inicial de germinação.

A germinação das sementes de linho aumentou quando tratadas com o produto comercial Biopower (1% de Mn; 0,25% de Fe; 2% de Zn; 8% de C; 0,8% de Cu; 1% de B; 1,3% de N) em 20,53% quando comparada à testemunha, reduzindo sensivelmente a porcentagem de plântulas anormais mais sementes mortas (PA + SM). O que pode ter sido pelo fato de possuir 5 micronutrientes em sua constituição, fornecidos em teores adequados para intensificar o processo de germinação e o desenvolvimento de plântulas normais. No entanto, os demais tratamentos não diferem entre si, bem como da testemunha e do tratamento Biopower (Tabela 1), significando que o tratamento de sementes com Zn, B, Cu e suas combinações, bem como com os produtos testados, nas doses utilizadas não causaram fitotoxicidade para a germinação de sementes de linho. Dessa forma, o tratamento de sementes de linho com micronutrientes pode se tornar uma excelente forma de estimular o desenvolvimento inicial da cultura e o estabelecimento da lavoura.

**Tabela 1.** Germinação (G), plântulas anormais mais sementes mortas (PA + SM), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento de plântula inteira (CPI) em função do tratamento de sementes com micronutrientes. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

| Tratamentos | G           | PA+SM   | CPA       | CR                                   | CPI     |
|-------------|-------------|---------|-----------|--------------------------------------|---------|
|             | -----%----- |         |           | -----cm plântula <sup>-1</sup> ----- |         |
| Testemunha  | 75,5 b      | 24,5 a  | 8,43 abcd | 6,71 ab                              | 15,14 a |
| Biopower    | 91,0 a      | 9,0 b   | 8,71 abcd | 7,16 a                               | 15,87 a |
| Always      | 77,5 ab     | 22,5 ab | 6,28 e    | 4,96 bc                              | 11,24 b |
| Booster     | 84,5 ab     | 15,5 ab | 8,07 cd   | 6,55 ab                              | 14,62 a |
| Cobre (Cu)  | 88,5 ab     | 11,5 ab | 7,72 d    | 3,79 c                               | 11,52 b |
| Zinco (Zn)  | 87,5 ab     | 12,5 ab | 8,28 abcd | 6,47 ab                              | 14,75 a |
| Boro (B)    | 85,0 ab     | 15,0 ab | 8,13 bcd  | 6,51 ab                              | 14,64 a |
| Zn+B        | 88,5 ab     | 11,5 ab | 7,90 cd   | 6,59 ab                              | 14,49 a |
| Zn+Cu       | 77,0 ab     | 23,0 ab | 9,04 ab   | 6,51 ab                              | 15,55 a |
| B+Cu        | 80,5 ab     | 19,5 ab | 8,79 abc  | 5,30 abc                             | 14,09 a |
| Zn+B+Cu     | 83,0 ab     | 17,0 ab | 9,17 a    | 5,90 abc                             | 15,07 a |
| Média       | 83,50       | 16,50   | 8,23      | 6,04                                 | 14,27   |
| CV (%)      | 7,5         | 38,0    | 5,38      | 16,24                                | 8,30    |

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.



O comprimento de plântulas foi severamente afetado quando da aplicação do produto comercial Always, apresentando reduções de 25,5; 26,08 e 25,76% para comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento de plântula inteira, respectivamente, quando comparado com a testemunha (Tabela 1). A justificativa para este resultado pode ter sido a dose e/ou o alto teor de N e K contido no produto, o que pode ter reduzido o alongamento celular, por tornar o potencial hídrico ( $\Psi_h$ ) externo à semente mais negativo, reduzindo o gradiente de potencial hídrico ( $\Delta\Psi_h$ ) entre os sistemas e, com isso, reduzindo a absorção de água e a expansão celular, consequentemente seu comprimento.

O CPA quando da aplicação da combinação Zn+B+Cu via sementes, apesar de não ter diferido significativamente da testemunha aumentou em 10,48%, não diferindo também dos tratamentos de sementes com Biopower; Zn; Zn+Cu e B+Cu. O CR e CPI foram significativamente reduzidos somente quando do tratamento de sementes com Always e Cu, sendo que os demais não diferiram entre si (Tabela 1). Provavelmente, devido à ação do Zn na síntese do triptofano, precursor das auxinas, que responsáveis pelo alongamento celular e a ação do boro na permeabilidade de membrana, visto que o Cu isolado reduziu o CPA e quando combinado com Zn e B a redução não ocorreu.

Os tratamentos Biopower, Always, Cu e Zn reduziram significativamente a massa fresca da parte aérea (MFPA) de plântulas de linho, sendo que os demais tratamentos não diferem entre si. Para massa fresca da raiz (MFR) e massa fresca da plântula inteira (MFPI) todos os tratamentos de sementes testados causaram reduções significativas nestas variáveis (Tabela 2). Exceto o B, todos os demais tratamentos de sementes com micronutrientes reduziram a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca da plântula inteira (MSPI) de plântulas de linho e, exceto Zn para massa seca de raiz (MSR) (Tabela 2).

Pelo fato do Zn ser necessário para a síntese de auxina, o processo de divisão celular também pode ser estimulado, uma vez que este fitormônio juntamente com a citocinina é responsável pelo processo pela progressão da fase G1 para a fase S da divisão celular (KERBAUY, 2008). O B também poderia estar auxiliando no processo de divisão celular e diferenciação celular, visto que é necessário para a síntese de ácidos nucléicos e permeabilidade de membrana. Já o Cu participa como componente enzimático, podendo auxiliar também na fase heterotrófica, porém apresenta maior importância quando da fase autotrófica de desenvolvimento de uma planta.

**Tabela 2.** Massa fresca da parte aérea (MFPA), da raiz (MFR) e da plântula inteira (MFPI); massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e da plântula inteira (MSPI), em função do tratamento de sementes com micronutrientes. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

| Tratamentos | MFPA                                | MFR    | MFPI   | MSPA    | MSR    | MSPI    |
|-------------|-------------------------------------|--------|--------|---------|--------|---------|
|             | -----g plântula <sup>-1</sup> ----- |        |        |         |        |         |
| Testemunha  | 0,83 a                              | 0,43 a | 1,26 a | 0,69 a  | 0,16 a | 0,85 a  |
| Biopower    | 0,52 b                              | 0,15 b | 0,67 b | 0,35 bc | 0,05 b | 0,39 b  |
| Always      | 0,41 b                              | 0,18 b | 0,59 b | 0,21 c  | 0,06 b | 0,27 b  |
| Booster     | 0,63 ab                             | 0,14 b | 0,77 b | 0,41 bc | 0,05 b | 0,46 b  |
| Cobre (Cu)  | 0,51 b                              | 0,16 b | 0,67 b | 0,35 bc | 0,05 b | 0,39 b  |
| Zinco (Zn)  | 0,49 b                              | 0,18 b | 0,67 b | 0,42 bc | 0,09 a | 0,51 b  |
| Boro (B)    | 0,61 ab                             | 0,16 b | 0,78 b | 0,50 ab | 0,07 b | 0,57 ab |
| Zn+B        | 0,62 ab                             | 0,14 b | 0,76 b | 0,32 bc | 0,05 b | 0,38 b  |
| Zn+Cu       | 0,63 ab                             | 0,13 b | 0,77 b | 0,33 bc | 0,05 b | 0,38 b  |
| B+Cu        | 0,60 ab                             | 0,12 b | 0,72 b | 0,31 bc | 0,04 b | 0,35 b  |
| Zn+B+Cu     | 0,62 ab                             | 0,12 b | 0,74 b | 0,36 bc | 0,04 b | 0,40 b  |
| Média       | 0,59                                | 0,17   | 0,76   | 0,39    | 0,066  | 0,45    |
| CV (%)      | 20,50                               | 21,63  | 19,05  | 25,26   | 42,14  | 31,00   |

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O tratamento de sementes pode auxiliar a germinação de sementes de linho se a composição for balanceada, tanto em termos de composição quanto em termos de concentração de micronutrientes, o que pode ser verificado com a aplicação do produto comercial Biopower na dose de 4 mL kg<sup>-1</sup> de sementes (Tabela 1). Todavia, o vigor das sementes não foi intensificado com o tratamento de sementes com micronutrientes, provavelmente pela redução do  $\Delta\Psi_h$  entre o meio externo e o interno da semente e plântula, no entanto, a campo, essa suplementação em micronutrientes pode, e muito, intensificar o desenvolvimento inicial pós-emergência. Um exemplo é o Cu, o qual intensificará a síntese de plastocianina, carregador de elétrons entre o citocromo b6f e o fotossistema I na fase fotoquímica da fotossíntese. Pós-emergência todos os processos metabólicos serão intensificados e com isso essa suplementação via sementes pode ser favorável a produtividade da cultura, visto que produtividade é fotossíntese líquida. Neste contexto, entende-se a necessidade de se avaliar os tratamentos a campo.

---

#### 4. CONCLUSÕES

O tratamento de sementes com zinco, boro, cobre e suas combinações, além dos produtos comerciais Always e Booster contendo mistura de micronutrientes não prejudicaram a germinação de sementes de linho.

O produto comercial Biopower aumentou a germinação de sementes de linho.

Os tratamentos de sementes com zinco, boro, cobre e suas combinações, além dos produtos comerciais Biopower, Always e Booster reduziram o vigor de sementes de linhaça.

#### 5. REFERÊNCIAS

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat database. Disponível em: <http://faostat.fao.org/default.aspx>. Acessado em junho de 2014.

FLOSS, E. L. Linho Cultivo e Utilização. Passo Fundo: Faculdade de Agronomia. Universidade de Passo Fundo, 1983 (Boletim Técnico, n. 3)

KERBAUY, B. G. **Fisiologia Vegetal**. 2ª. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. Informações agronômicas n.118 – International Plant Nutrition Institute. p. 01, 2007.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. Informativo ABRATES, v.1, n.2, p.11-14. 1991.

LOPES, A. S. Micronutrientes: filosofias de aplicação e eficiência agrônoma. Boletim Técnico. São Paulo, 1999 n.8, 58p.

MACIEL, L. M. B.; PONTES, D. F.; RODRIGUES, M. C. P. Efeito da adição de farinha de linhaça no processamento de biscoito tipo Cracker. Alimentação e Nutrição, Araraquara. v. 19, n. 4, p. 385-392; out/dez. 2008.

OOMAH, B.D. Flaxseed as a functional food source. Journal Scientia Food Agriculture, n. 81, p. 889-894. 2001.

RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. *Ciência Rural*, v.26, n.1, p.159-165. 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5<sup>a</sup> ed. Editora ARTMED, 2013, 954 p.

TOMM, G. O.; FLOSS, E. L.; GARRAFA, M.; BENETTI, V. Indicações para o cultivo de linho no Rio Grande do Sul. *Guarani das missões*: Giovelli, p. 40, 2006.

TRUCOM, C. A importância da linhaça na saúde. p. 151. Editora Alaúde. São Paulo, 2006.